



# CONSIDERACIONES FILOSÓFICAS SOBRE EL FENÓMENO DE LA ESPECIALIZACIÓN EN LAS CIENCIAS

**Luis Humberto Hernández Mora**

Universidad del Valle, Colombia

## **Resumen**

*En este artículo se realiza una reflexión de carácter filosófico sobre el fenómeno de la especialización centrado en las ciencias naturales. Trataremos los siguientes aspectos del fenómeno de la especialización: 1. El contexto en el que se empieza a hacer notable el fenómeno de la especialización, ligado al proceso de profesionalización que se produjo en la ciencia en la segunda mitad del siglo XIX. 2. La conceptualización del fenómeno de la especialización a través del concepto de jerarquía y las ventajas y limitaciones de esta propuesta. 3. El problema de la fiabilidad de los especialistas. 4. La forma cómo se imparte el conocimiento científico cuando se inscribe en un proceso de especialización. Y, finalmente, 5. Algunas consecuencias negativas del proceso de especialización.*

**Palabras clave:** *Especialización, profesionalización, ordenamiento jerárquico, fiabilidad, saber qué, saber cómo.*

---

**Recibido: marzo 26 de 2014 - Aprobado: septiembre 24 de 2014**

*Praxis Filosófica* Nueva serie, No. 39, julio-diciembre 2014: 41 - 66

ISSN (I): 0120-4688 / ISSN (D): 2389-9387

## PHILOSOPHICAL CONSIDERATIONS ABOUT THE PHENOMENON OF SPECIALIZATION IN SCIENCE

### *Abstract*

*This article is a philosophical approach about the specialization phenomenon centered on natural sciences. It will be mainly on the next specialization topics: 1. the context where the specialization phenomenon becomes notorious; tied to the professionalization process produced in science in the second half of XIX century. 2. The conceptualization of the specialization phenomenon through the hierarchy concept and the advantages and limitations of this approach. 3. The problem of the reliability of the specialists. 4. The way scientific knowledge is taught when it belongs to a specialization process. And finally, 5. Some negative consequences of the specialization process.*

**Keywords:** *specialization, professionalization, hierarchy concept, reliability, know how.*

## CONSIDERACIONES FILOSÓFICAS SOBRE EL FENÓMENO DE LA ESPECIALIZACIÓN EN LAS CIENCIAS

***Luis Humberto Hernández Mora***

Universidad del Valle, Colombia

En este artículo nos proponemos realizar una reflexión de carácter filosófico sobre el fenómeno de la especialización que caracteriza tanto a las ciencias naturales como a las ciencias sociales, aunque en este trabajo nuestro interés se centrará en el primer caso. Comenzaremos señalando, brevemente, el contexto en el que se empieza a hacer notable el fenómeno de la especialización, que está ligado al proceso de profesionalización que se produjo en la ciencia en la segunda mitad del siglo XIX. Luego señalaremos la manera cómo se puede conceptualizar el fenómeno de la especialización, para lo cual emplearemos el concepto de jerarquía, es decir, de un ordenamiento jerárquico de la taxonomía de las ciencias. Discutiremos algunas de las ventajas y limitaciones de esta manera de concebir la especialización, lo mismo que algunas alternativas. A continuación analizaremos el problema de la fiabilidad de los especialistas, que determina, en parte, la forma cómo es percibido socialmente el especialista en general y el científico en particular. El otro problema que analizaremos se refiere a la forma cómo se imparte el conocimiento científico cuando se inscribe en un proceso de especialización. Aquí el concepto clave para entender el proceso de enseñanza es el de entrenamiento. Finalmente, señalaremos algunas consecuencias negativas del proceso de especialización.

**Luis Humberto Hernández Mora.** Magister en Filosofía de la Universidad del Valle, profesor de Filosofía de la ciencia y la técnica del Departamento de Filosofía de la Universidad del Valle. Publicaciones: “La solución de rompecabezas en el horizonte del “Saber cómo”, en: *Transformaciones contemporáneas de la Filosofía*. Colombia ISBN: 958-670-362-2 , Editorial Universidad del Valle, Fundación Filosofía y Ciudad, Ediciones Extremo Occidente, pp. 373-375, 2006; “Naturaleza Humana y técnica desde la perspectiva de Mumford”, en: *Antropología Filosófica: El ser, la verdad y el lenguaje*, en: Colombia ISBN: 978-958-670-625-4, Universidad del Valle, Departamento de Filosofía, pp. 281-296, 2008. Líneas de investigación: Filosofía de la ciencia y Filosofía de la técnica y la tecnología.

Dirección electrónica: lhernandezmora98@gmail.com

### Los comienzos de la especialización

El fenómeno de la creciente especialización que exhibe la ciencia contemporánea está íntimamente ligado, en sus orígenes, al proceso de *profesionalización* que se produjo en esta actividad a raíz de la reforma de la universidad en los siglos XVIII y XIX. Sólo como ilustración de lo reciente de este proceso de profesionalización, basta recordar que en 1834 la revista inglesa *Quarterly Review* planteaba las dificultades que se le presentaba a la British Association for the Advancement of Science al no contar con un término genérico para referirse a todos los estudiosos de las diferentes disciplinas científicas; para remediar este inconveniente, en un artículo de dicha revista, se proponía el uso del término “scientist” por analogía con el término “artist”. Esta propuesta fue difundida por el naturalista y filósofo William Whewell, quien en 1840, en su libro *The philosophy of the inductive science*, proponía el uso del término “científico” para referirse a quienes se dedicaban a la investigación en los diversos ámbitos de la ciencia.

A pesar de sus diferencias, los nuevos modelos universitarios que se instauraron en los siglos XVIII y XIX potenciaron la especialización. En 1794 se funda, bajo el gobierno de Napoleón, la École Polytechnique de Francia y el Muséum National d’Histoire Naturelle que constituyeron los primeros institutos de investigación modernos. En estas instituciones aparece, por primera vez, la enseñanza unida a la investigación, es decir, el científico y el profesor se fusionan, lo que significaba que el conocimiento que se impartía era el que resultaba de la investigación experimental que se producía en los laboratorios donde trabajaban profesores, asistentes, técnicos y un pequeño número de estudiantes bien preparados. Sin embargo, este intento se vio obstaculizado por la imposición del modelo napoleónico de universidad que se organizó a partir de las escuelas especiales o profesionales, con una educación caracterizada por una concepción práctica de la vida, y cuyo objetivo fundamental fue el de formar médicos, abogados y maestros. Estas escuelas profesionales fueron denominadas facultades y tenían la función de formar profesionales al servicio del imperio. El centro de atención se desplazó a la enseñanza más que a la “producción de ciencia”, lo que provocó que sus graduados se convirtieran en funcionarios públicos de alta jerarquía y no en investigadores científicos. Además, la universidad se convirtió en un instrumento del Estado, pues dependía completamente de un ministerio que se encargaba de establecer las materias de enseñanza y la designación de los profesores. Más tarde, la reforma de la universidad que lideró Wilhelm von Humboldt en Berlín, en 1809, instaura un modelo diferente al napoleónico, en el que efectivamente la investigación científica

pasó a formar parte integral de las necesidades de estos centros de estudio. Esto significó que la universidad debía ponerse como objetivo la creación de conocimientos y no limitarse a poseerlos y transmitirlos. Esta reforma introdujo la ciencia moderna a la universidad y potenció la creación de departamentos que se multiplicaban a medida que surgían nuevas ciencias. Además, convirtió a la universidad en una institución laica que reivindicaba su libertad frente a la religión y al poder, lo cual permitía problematizar el mundo, la naturaleza, la vida, el hombre y a Dios.

Este proceso de profesionalización hizo que la investigación se convirtiera en una actividad exclusiva de personas preparadas y formalmente cualificadas, que se distinguían nítidamente de otros tipos de profesionales. A esta primera división le siguió, rápidamente, toda una serie de nuevas divisiones dentro de la ciencia, a medida que surgieron y arraigaron disciplinas científicas a lo largo del siglo XX. Como consecuencia, físicos, químicos, astrónomos, geólogos, matemáticos, historiadores, sociólogos, filósofos, y muchos otros, fueron reconocidos como haciendo parte de grupos ocupacionales distintos, cada uno de ellos con una formación especial, cualificaciones formales, sociedades, publicaciones y con todos los demás características de una profesión desarrollada. Desde ese momento, la especialización ha seguido avanzando rápidamente, de forma que, aunque la disciplina científica sigue siendo la unidad básica a efectos docentes, la especialidad, o incluso la subespecialidad dentro de aquélla, constituye con frecuencia el punto de referencia profesional más importante para cada científico.

### Cómo conceptualizar el fenómeno de la especialización

Una de las formas de conceptualizar el fenómeno de la especialización, a cuyo origen institucional nos hemos referido brevemente, es haciendo uso del concepto de *jerarquía*, cuya analogía corresponde a la forma de un árbol invertido<sup>1</sup>. Prácticamente todos los autores que escribieron sobre el tema a partir de mediados del siglo XIX (Comte, Whewell, Mill, Spencer, Peirce), propusieron un ordenamiento jerárquico de la taxonomía de las ciencias, caracterizado por una secuencia en la que se diferencian campos, ramas, especialidades, subespecialidades y áreas de problemas.

Más recientemente, en el *Epílogo 1969*, Thomas S. Kuhn, refiriéndose al problema de los criterios necesarios para identificar a las comunidades

<sup>1</sup> En *El origen de las especies* Charles Darwin (1982 [1859]: 79) utiliza la imagen del árbol para explicar los efectos de la selección natural a través de la divergencia de caracteres y extinción sobre los descendientes de un antepasado común.

científicas y diferenciarlas del concepto de paradigma, sugiere un ordenamiento de las diferentes disciplinas siguiendo una organización en niveles. Aunque Kuhn no profundiza al respecto se podría decir que suscribe una organización jerárquica de las ciencias. Veamos qué dice al respecto:

“Las comunidades en este sentido existen, por supuesto, en diversos niveles. El más global es la comunidad de todos los científicos naturales. En un nivel sólo ligeramente inferior, los principales grupos profesionales son las comunidades de físicos, químicos, astrónomos, zoológicos y similares. Para estos grandes grupos, la pertenencia al grupo se resuelve fácilmente excepto en los márgenes. Ordinariamente resulta más que suficiente el tema más general al que se dedican, la pertenencia a sociedades profesionales, así como las revistas que se leen. Otras técnicas similares aislarán a los subgrupos más importantes, como los químicos orgánicos, y tal vez a los químicos de las proteínas entre ellos, los químicos del estado sólido y altas energías. Los radioastrónomos y demás.” [...] (Kuhn, 2004: 296).

Comte (1984: 121-130) propuso una organización jerárquica de las ciencias basada en una concepción acerca del desarrollo histórico del conocimiento humano, que denominó *ley de los tres estados*: teológico, metafísico y positivo. Todo conocimiento humano está obligado a pasar por esos tres estados teóricos, los cuales corresponden a tres maneras distintas de explicar los fenómenos de la naturaleza: en el *estado teológico* se recurre a las divinidades, aquí la mente humana inventa; en el *estado metafísico*, se recurre a las abstracciones, aquí la mente humana abstrae; y, finalmente, en el *estado positivo* se recurre a métodos científicos como la observación y la experimentación, aquí la mente humana se somete a los hechos positivos. Siguiendo estas ideas, Comte propone el siguiente ordenamiento jerárquico de las ciencias:



Figura 1

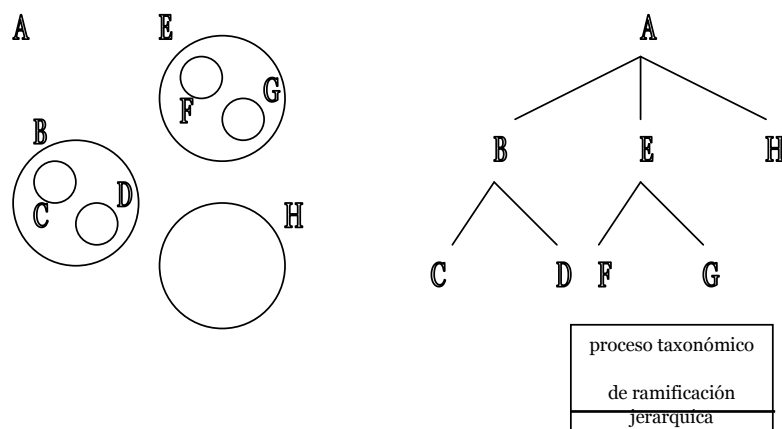
La ley de los tres estados proporciona un criterio de carácter histórico que permite explicar las razones por las que una disciplina ocupa un determinado lugar en la jerarquía. Este criterio pone de manifiesto el paso de las ciencias particulares al estado positivo. La matemática fue la primera

disciplina en pasar al estado positivo, lo que ocurrió en la Grecia antigua. La física salió del estado metafísico para pasar al estado positivo, en el siglo XVII. En el siglo XVIII, la química entra al estado positivo, y en el siglo XIX, ocurre lo mismo con la biología. Comte esperaba que lo mismo sucediera con la sociología, es decir que se convirtiera en una ciencia positiva. Además del criterio anterior, existe uno de tipo lógico que Comte llamó dogmático (1984: 122), que establece que la jerarquía comienza con la ciencia que posee el objeto más simple (matemática) y termina con la que posee el objeto más complejo (sociología). Además de lo anterior, en la jerarquía se presenta un orden decreciente de generalidad que va de la matemática, que es la disciplina más general, a la sociología que es la disciplina menos general (ver figura 1).

De este ordenamiento se desprenden consecuencias de tipo pedagógico, dado que Comte señala que las ciencias deberían enseñarse en el mismo orden en que se ha producido su génesis histórica, lo que supone comenzar desde la más general para terminar con la menos general, y de la más simple a la más compleja. Por otra parte, en la jerarquía presentada por Comte las ciencias más complejas presuponen a las más simples, lo que no significa que las ciencias superiores, en la jerarquía, puedan reducirse a las inferiores.

A propósito del ordenamiento sugerido por Comte para las ciencias, vale la pena señalar una distinción, según la cual podemos hablar, como en el caso de Comte, de un orden jerárquico aplicado a un conjunto de disciplinas como las que se incluyen en la figura 1. Pero también podemos aplicar el ordenamiento jerárquico al proceso de especialización que se presenta al interior de una disciplina en particular, como veremos más adelante, por ejemplo, para el caso de la biología. En términos más técnicos se trataría de lo que se denomina en filosofía de la ciencia relaciones interteóricas (para el primer caso) y relaciones intrateóricas (para el segundo caso).

Ahora bien, en la tarea de precisar el concepto de jerarquía, hay que señalar que éste se construye a partir de sucesivas adiciones regidas por la relación de *inclusión sistemática* que consiste en la contención de algo dentro de un todo sistemático como elemento constituyente de él. Esa inclusión sistemática procede, por lo general, por medio de suplementación concreta de una nueva especificación de un foco temático. Las adiciones que se dan en esa superadición de nuevos elementos temáticos proceden, principalmente, por introducción de nuevas restricciones temáticas. Esta idea se puede representar por medio de la siguiente figura (Rescher, 1981: 219):



A= Biología  
B= Fisiología: C= Fisiología animal, D= Fisiología vegetal  
E= Genética: F= Genética mendeliana, G= Genética molecular  
H= Bioquímica<sup>2</sup>

Figura 2

Como se puede apreciar en la figura 2 se trata de un estrechamiento del foco temático que produce una subdivisión del tema. A medida que “descendemos” en la taxonomía del conocimiento, representada por la estructura jerárquica, se puede apreciar cómo los sistemas cognoscitivos se dividen en subsistemas en cada nivel del proceso de especialización creciente. Este proceso taxonómico de ramificación jerárquica admite, en principio, interminables refinamientos.

El proceso de especialización ocurre en dos direcciones: una denominada *fisión* –proceso de multiplicación del número de elementos taxonómicos–, como por ejemplo, cuando en el siglo XIX la química se dividió en orgánica e inorgánica; la otra que podríamos llamar *fusión* –proceso que reduce el número de los elementos taxonómicos en cuestión–, que se puede ilustrar con el marco que proporcionó la teoría de la gravitación de Newton que permitía conjugar la teoría de la caída terrestre en la balística, etc. con la teoría del movimiento planetario; o cuando la teoría de campo, de Maxwell, se fusionó con la teoría de la luz y la del electromagnetismo.

<sup>2</sup> La interpretación de esta figura, en términos de la biología, no aparece en la figura que propone originalmente Rescher.

Esta sobreespecialización ha provocado un fenómeno complementario, que se puede denominar como *síntesis interdisciplinaria*, y que da origen a toda una serie de nuevas ciencias de nombre doble: astrofísica, bioquímica, química matemática, biofísica, físico-química, etc. Es interesante observar cómo este intento de contrarrestar la fragmentación, mediante la síntesis disciplinaria, produce nuevos fragmentos, ya que, después de todo, estas síntesis constituyen nuevas especialidades.

Si se observa el proceso de evolución de cualquier disciplina, se puede constatar que la fusión tiende a ocurrir en los niveles superiores de la jerarquía, los cuales están caracterizados por una creciente generalidad o abstracción, esto tiene como consecuencia la unión de ramas antes separadas. Por el contrario, en los niveles más bajos de la jerarquía predomina la fisión, con el resultado de una tendencia al crecimiento cualitativo.

El concepto de jerarquía nos permite esquematizar el crecimiento en progresión geométrica de las ramas de la ciencia, que constituye uno de los rasgos más característicos de la evolución de la ciencia moderna. Consideremos el ejemplo de la estructura taxonómica de la biología. Podemos suponer una taxonomía de tres estratos: el campo en su totalidad (biología), sus especialidades (humana, marina, bioquímica, etc.) y las subespecialidades (ecología funcional, fisiología animal, etc.). Esta taxonomía se puede representar de la ciencia manera:

## 1. BIOLOGÍA

- 1.1 Humana
- 1.2 Marina
- 1.3 Bioquímica
- 1.4 Celular
- 1.5 Molecular
- 1.6 Botánica
- 1.7 Ecología
  - 1.7.1 Ecología funcional
  - 1.7.2 Ecología oceánica
  - 1.7.3 Ecología teórica
  - 1.7.4 Cimonología
- 1.8 Fisiología
  - 1.8.1 Fisiología animal
  - 1.8.2 Fisiología vegetal
- 1.9 Genética
  - 1.9.1 Genética mendeliana
  - 1.9.2 Genética molecular

- 1.10 Citología
- 1.11 Histología
- 1.12 Micología
- 1.13 Microbiología
  - 1.13.1 Bacteriología
  - 1.13.2 Virología
- 1.14 Zoología
  - 1.14.1 Etología

En términos generales, la misma imagen aparece en todos los campos de las ciencias. El surgimiento de nuevos campos, especialidades y subespecialidades se manifiesta a lo largo de toda su evolución.

Sin embargo, cuando el esquema de inclusión sistemática incluye supersposiciones, ya no es posible lograr un ordenamiento jerárquico. Veamos la siguiente figura (Rescher, 1981: 219)

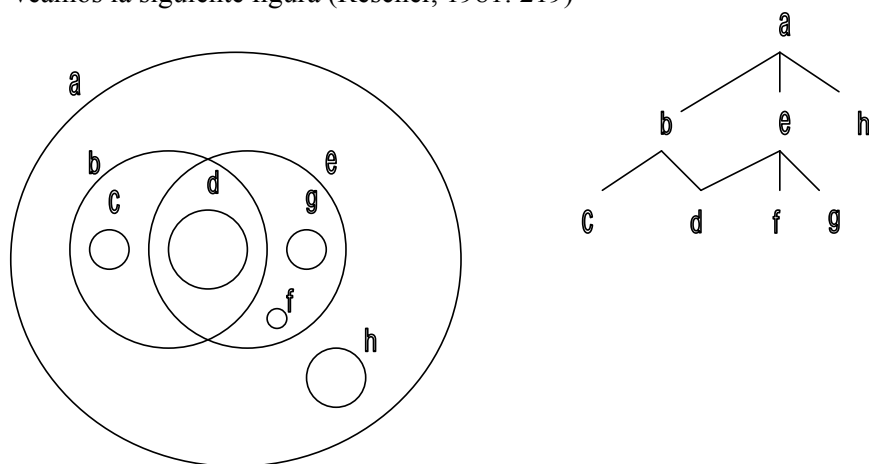


Figura 3

Un ejemplo del caso señalado en la figura 3 se puede encontrar en la física y la química, disciplinas que comparten como fondo común la teoría cuántica, teoría que estas ciencias complementan de forma bastante diferente originando distintos sistemas que se basan en focos temáticos distintos. Entonces, en estas circunstancias, ya no podemos hablar de un ordenamiento jerárquico. Podemos concluir con Nicholas Rescher, que el ordenamiento jerárquico es insuficiente para dar cuenta del tema de la especialización:

“El resultado respecto a nuestra pregunta inicial en cuanto a la adecuación de un modelo jerárquico de la taxonomía de la ciencia en general es,

entonces, negativo. La estructura general de una ciencia natural *no* es la de una jerarquía. Sin duda, en el orden *descendente* de subdivisión sucesiva de la escisión taxonómica permanecemos siempre dentro de un esquema jerárquico. Pero en el orden *ascendente* de relación asociativa obtendremos la complejidad de un entrelazamiento en red de mallas” (1981: 221).

La cita de Rescher hace referencia a otro tipo de ordenamiento o de posibles relaciones entre las diversas especialidades de la ciencia, sin descartar el ordenamiento jerárquico. Se trata de un “entrelazamiento en red” que hace referencia a un modelo reticular, que concibe al conjunto de especialidades de una determinada disciplina como vinculadas a través de una red de conexiones. Este modelo reticular de sistematización teórica corresponde con el coherentismo. Lo relevante para el problema que venimos discutiendo es que el modelo jerárquico y el modelo reticular no son excluyentes, como el mismo Rescher ha propuesto en la cita anterior. El modelo reticular puede incorporar localmente, como sub-sistema, una estructura jerárquica. Veamos un ejemplo de modelo reticular.

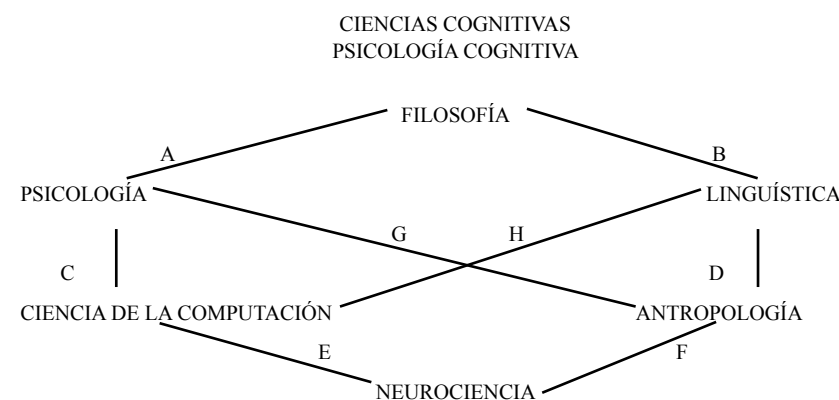


Figura 4

- A. Filosofía de la psicología
- B. Filosofía del lenguaje
- C. Simulación de procesos cognitivos
- D. Lingüística antropológica
- E. Cibernética
- F. Evolución del cerebro
- G. Antropología cognitiva
- H. Lingüística computacional

Otra alternativa para conceptualizar el fenómeno de la especialización, que aquí sólo mencionaremos, tiene que ver con lo que señalamos en párrafos anteriores, donde afirmábamos que la especialización se puede considerar en el marco más amplio del problema de las relaciones interteóricas, particularmente de las relaciones intrateóricas, es decir no sólo de las relaciones que se dan entre teorías sino también las que se dan al interior de una teoría. Como dicen Diez y Moulines (1997):

“Cada teoría de las diversas disciplinas científicas se halla en relaciones más o menos estrechas y de diversa índole con otras teorías, con frecuencia de la misma disciplina, pero a veces también de disciplinas bastante distintas. No se puede entender y aplicar una teoría mecánica, pongamos por caso, sin tomar en consideración su relación con la geometría física; las relaciones de la termodinámica con la química son esenciales a ambas disciplinas; no sabremos realmente qué dice la genética sobre los seres vivos si no tomamos en cuenta conceptos esenciales de la taxonomía, etc. Es muy dudoso que, en el estado actual de la ciencia empírica, exista una sola teoría, por elemental que sea, que no conlleve relaciones significativas empírica y conceptualmente con otras varias teorías. En muchos casos, estas relaciones son incluso absolutamente esenciales a la teoría en cuestión en el sentido de que no podemos identificar esa teoría o determinar plenamente de qué trata si desconocemos algunas de sus relaciones con otras teorías. Por ejemplo, la relación de la mecánica con la geometría física es esencial para la primera (aunque no para la segunda): no comprenderemos lo esencial de una teoría mecánica si no aprehendemos la vinculación de algunos de sus conceptos básicos con conceptos provenientes de la geometría” (1997: 367-368).

Si adoptamos una concepción semántica de las teorías, en la que una teoría se define como estructuras modeloteóricas, se pueden considerar relaciones como: especialización, teorización, reducción y equivalencia.

### La fiabilidad de los especialistas

En este apartado abordaremos el problema de la fiabilidad de los especialistas. El fenómeno de la especialización determina la forma en que es percibido socialmente el especialista en general y el científico en particular. Un aspecto de esta percepción tiene que ver con un problema que se puede plantear a partir del siguiente interrogante: ¿En qué se apoya la autoridad de los especialistas? Vivimos en una sociedad en la que de hecho confiamos en los expertos y en la que orientamos casi todas nuestras decisiones al juicio de los expertos, desde las más triviales como, por ejemplo, aumentar la capacidad de nuestro ordenador; hasta las más trascendentales como, por ejemplo, construir un nuevo orden mundial.

Uno de los criterios con los que valoramos el aporte de los especialistas a la sociedad y con el que se valoran entre sí mismos, tiene que ver con la fiabilidad y eficacia del conocimiento que detentan. Siempre concedemos mayor autoridad a las opiniones de aquellos expertos que consideramos mejor cualificados en un determinado tema. Sin embargo, en este asunto nos movemos entre una posición *cientificista* que sostiene que la ciencia es la única forma legítima de saber, que se caracteriza por ser desinteresada y mantener cierta distancia con la sociedad; y una posición *esceptica* que cuestiona la fiabilidad del conocimiento sobre el que se sustentan los juicios de los expertos (Wallerstein, 2005).

Por ejemplo, se puede pensar que la fiabilidad depende de la formación que reciben los especialistas y la objetividad que los caracteriza. En este sentido, se podría sostener que el conocimiento especializado requiere una capacitación prolongada y rigurosa, que se obtiene en instituciones formales cuya confiabilidad puede ser evaluada. Por otra parte, al ser objetivos, los expertos no responderían a intereses personales, y siempre estarían dispuestos a defender la verdad de cualquier intento por distorsionarla o, por lo menos, entre sus objetivos fundamentales estaría la búsqueda de la verdad. Esta concepción *cientificista* tiende a ofrecer una imagen idealizada de la manera cómo trabajan los científicos.

Precisamente, los análisis de algunos filósofos, sociólogos e historiadores de la ciencia han señalado las dificultades que caracteriza a esta visión *cientificista*. Por ejemplo, Paul Feyerabend (1985) es particularmente radical con respecto al papel que juegan y deberían jugar los expertos en las sociedades contemporáneas. Este autor, al preguntarse por “la estrechez de miras” que, según él, caracteriza a los especialistas, responde que reside, precisamente, en algo parecido a lo que hemos denominado *cientificismo*: “Este mito podría perdurar mientras la ciencia pareciera un saber perfecto y libre de errores, mientras las desviaciones fueran insignificantes y mínimas las mejoras necesarias, mientras no hubiera ningún fracaso grave” [...] (1985: 52-53).

El mito al que se refiere Feyerabend en esta cita, tiene que ver con la convicción de que el progreso y el éxito de la ciencia es el resultado de la existencia de un método especial: el *método científico*. Feyerabend se inclina hacia uno de los extremos que hemos señalado antes, adoptando una posición *esceptica* y *relativista*. Relativizando la fiabilidad y eficacia del conocimiento sobre el que fundamentan su autoridad los especialistas. Este autor piensa que la ciencia no posee ningún estatus *epistemológico* privilegiado frente a otras formas de conocimiento, y que, por lo tanto, los especialistas no pueden reclamar ningún estatus privilegiado en la sociedad

a la hora de tomar las decisiones que afectan su desarrollo. A partir de esta crítica Feyerabend aconseja a los especialistas liberarse de la “estrechez de miras” que los caracteriza, escuchando a los profanos:

[...] “La necesidad de hablar con profanos, de explicarles la propia profesión y las razones de sus convicciones, obligará a los expertos a aprender de nuevo un lenguaje que ya casi habían olvidado y sustituido por un idioma feo y estrecho de miras. Esto hará su lenguaje y les hará a ellos mismos más humanos. Todos estos son desarrollos deseables, que sólo tendrán lugar si superamos la absurda veneración, casi temor, que tenemos a los expertos y la sustituimos por la opinión de que los expertos son también hombres que poseen la capacidad de producir ideas inteligentes y la capacidad, vinculada a ésta, de cometer graves errores” (Feyerabend, 1985: 55).

Algunos científicos son concientes de las complejas interacciones sociales e intelectuales que los afectan como especialistas. En 1968 James Watson publicó un libro titulado *La doble hélice* (1970), en el que relata los avatares que rodearon el proceso de descubrimiento de la estructura de la molécula de ADN, realizado con su colega Francis Crick. Ciertas declaraciones de Watson dan cuenta de la competencia que se había generado con el equipo norteamericano, encabezado por Linus Pauling, que también estaba en la búsqueda del mismo objetivo:

“Francis quedó sorprendido también ante la poco ortodoxa química de Pauling. Entonces, empecé a sentirme más tranquilo. *Sabíamos que aún continuábamos en el juego*” [...] (Watson, 1970: 170 – las cursivas son nuestras).

[...] “Aunque las probabilidades todavía parecían estar en contra nuestra, *Linus no obtendría aún su premio Nobel*” (Watson, 1970: 172 – las cursivas son nuestras).

[...] “Aunque me sentía igualmente ansioso por construir el modelo completo [se refiere al modelo de doble hélice del ADN], pensaba más en Linus y en *la posibilidad de que encontrase los pares de bases antes de que nosotros publicáramos la solución*” (Watson, 1970: 210 – las cursivas son nuestras).

Se podría decir con Robert Merton (1977: 428) que el tema que recorre el libro de Watson es el de la “carrera por la prioridad” y todas las consecuencias que se desprenden de allí: competencia por los descubrimientos científicos; la carrera por llegar a obtener los máximos tributos (el Nobel); el afán por obtener datos fundamentales o por ocultar información básica para la competencia; etc. Suele suceder que en algunas especialidades la cantidad

de científicos que trabajan en problemas de punta es mucho mayor, lo que trae como consecuencia la intensificación de la competencia que, en muchos casos, promueve conductas competitivas que escapan o violan las normas<sup>3</sup> vigentes de la ciencia.

Por otra parte, si pensamos en el asunto de la objetividad, se podría objetar que ésta no se fundamenta en la imparcialidad del científico, como asume la concepción científicista, lo que supone reconocer que el científico, como cualquier persona, está sujeto a una serie de prejuicios o a la falta de un “espíritu crítico” frente a sus propias convicciones, y que en muchas ocasiones la manera cómo realiza las observaciones transforma su objeto de investigación. Popper (1982) piensa que la única manera de evitar los prejuicios aludidos estriba en lo que este autor denomina el *aspecto social del método científico*:

“Esto es lo que constituye la objetividad científica. Todo aquel que haya comprendido el procedimiento para comprender y verificar las teorías científicas puede repetir el experimento y juzgar por sí mismo. Pese a ello, siempre habrá quienes arrimen a juicios parciales o aun arbitrarios, pero ello no puede evitarse y, en realidad, no perturba seriamente el funcionamiento de las diversas *instituciones sociales* creadas para fomentar la objetividad y la imparcialidad científicas; por ejemplo, los laboratorios, las publicaciones científicas, los congresos. Este aspecto del método científico nos demuestra lo que puede lograrse mediante instituciones ideadas para hacer posible el control público y mediante la expresión abierta de la opinión pública, aún cuando ésta se limite a un círculo de especialistas. Sólo el poder político, cuando se lo utiliza para restringir la libertad de crítica o cuando no logra protegerla, puede alterar el funcionamiento de estas instituciones, de las cuales depende, en última instancia, todo progreso científico, tecnológico y político” (1982: 386).

En algunas ocasiones el conocimiento de los expertos es utilizado con una finalidad técnico-instrumental, en la que se producen consecuencias de forma inmediata y visible lo que permite una constatación de su fiabilidad en términos de eficacia. Por ejemplo, en el caso del ingeniero que construye un puente, juzgamos su fiabilidad a través del objeto que se ha producido a partir de un determinado conocimiento. En este sentido, el conocimiento

<sup>3</sup> Merton ofrece explicaciones que tienen un carácter normativo y están basadas en los valores morales supuestos al quehacer científico, integrados por: el “comunismo”, el universalismo, el desinterés y el escepticismo organizado que, como imperativos institucionales, constituyen lo que este autor denomina el *ethos* de la ciencia. La vigencia de este conjunto de valores se consolida en el proceso de socialización al que son sometidos los aprendices y las sanciones impuestas a aquellos que infringen tales valores.



involucrado aquí se puede considerar como un medio para alcanzar un fin determinado. Esto significa que el éxito de la actividad que ejerce esta clase de expertos radica, en parte, en la eficacia de los medios para hacer efectivo el fin proyectado.

Pero en otros casos resulta más difícil valorar la eficacia de los conocimientos que manejan los expertos. Por ejemplo, en el caso de los tribunales de justicia que se sirven del conocimiento de psiquiatras y médicos forenses, no tenemos un fin que se vuelve efectivo, como el objeto técnico del ejemplo anterior, al cual podemos aplicar criterios cuantificables que permitan juzgar su eficacia. Esto no quiere decir que en estas especialidades no existan criterios para establecer la eficacia, sino que estos criterios están más sujetos a la discusión y a la controversia. En el caso de los tribunales, siempre cabe la posibilidad de controvertir el juicio de los expertos. Sin embargo, al consultar la opinión de estos expertos los tribunales legitiman sus decisiones, basándose en el supuesto de que han actuado de acuerdo con las opiniones más autorizadas posibles. Otro ejemplo tiene que ver con la salud. Sabemos que nos podemos enfermar y que la medicina, en muchas ocasiones, permite revertir este mal funcionamiento del organismo. Por otro lado, también sabemos que los médicos no siempre coinciden en el diagnóstico, el pronóstico y el tratamiento. Somos conscientes de que tales tratamientos han cambiado a través del tiempo, lo que ha demostrado que muchos de ellos eran ineficaces e incluso perjudiciales. Y también conocemos de la existencia de enfermedades iatrogénicas.

Sin embargo, para enfrentar las limitaciones de la concepción científicista sobre la fiabilidad de los expertos, no es necesario llegar a una posición tan extrema como la que sostiene Paul Feyerabend. Durante el siglo XX, específicamente después de la Segunda Guerra Mundial, la ciencia se vio involucrada en escenarios distintos a aquellos con los que se había relacionado tradicionalmente. Uno de ellos se originó al verse cada vez más comprometida en las políticas públicas, lo que produjo la aparición de una actividad científica con características particulares, que ha sido denominada de varias maneras: trans-ciencia, ciencia reguladora, ciencia post-normal (López Cerezo y Luján, 2002). Este tipo de ciencia plantea el problema de las interacciones entre ciencia y sociedad, particularmente el papel que desempeñan los expertos en la sociedades contemporáneas; además, desempeña una función importante en las oficinas gubernamentales y en la industria, aunque debido a las políticas de innovación que se vienen implementando es cada vez mayor su presencia en las universidades. Tradicionalmente se ha pensado que mientras los expertos proporcionan los medios, por ejemplo para desarrollar viajes supersónicos, los políticos

o alguien representativo de la sociedad, decide los fines, para qué y cómo utilizar esos viajes espaciales. Sin embargo, esta imagen del papel de expertos y políticos es muy simplista, porque cuando se trata de cuestiones que involucran decisiones sobre asuntos públicos, medios y fines no están claramente separados.

La ciencia reguladora (*Regulatory Science*), como la denominaremos, tiene varias características que la distinguen de la ciencia que se desarrolla en los escenarios académicos<sup>4</sup>. Al contrario de esta última, la ciencia reguladora está orientada por objetivos y criterios prácticos. Veamos algunos de los rasgos que la caracterizan:

1. Su objetivo fundamental es producir conocimiento que pueda ser utilizado para la formulación de políticas que permiten tomar decisiones empresariales de localización de recursos y en la realización de proyectos públicos. Esta clase de ciencia produce informes que a menudo no se publican (López Cerezo y Luján, 2002). Ejemplos de decisiones administrativas en las que interviene este tipo de actividad científica son: la valoración de impacto de nuevas tecnologías, de la toxicidad de sustancias químicas, de los niveles aceptables de exposición a ciertas sustancias químicas o radiactivas, entre otros (López y Luján, 2000). Los órganos reguladores que se encargan de autorizar ciertos productos (sustancias químicas, medicinas, alimentos, etc.), y que hoy en día suelen ser agencias más o menos independientes del Estado como: la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), la Agencia Estadounidense de Alimentos y Medicinas (FDA), o la Agencia Estadounidense de Medio Ambiente (EPA) (Jasanoff, 1990).
2. La ciencia reguladora tiene un impacto social significativo ya que las decisiones que se toman a partir de sus análisis tienen consecuencias que pueden afectar a la salud y a la seguridad de los ciudadanos. Esto explica porque, en muchas ocasiones, produce decisiones que

<sup>4</sup>Geof Bowker (1991) distingue entre la *ciencia industrial* y la *ciencia académica*. En la ciencia académica los resultados que surgen de la investigación deben estar abiertos a todos y los informes publicados de los experimentos deben presentarse de tal manera que cualquier persona pueda reproducirlos con facilidad. Por el contrario, la ciencia industrial no puede ser totalmente pública porque en esta actividad entran en juego intereses de carácter económico. Los científicos industriales permanecen en el anonimato por un tiempo, debido a que las empresas para las que trabajan les impiden publicar resultados antes que el producto de sus descubrimientos no sean patentados, pues de lo contrario se corre el riesgo de beneficiar a la competencia. Por lo tanto, una diferencia importante entre la ciencia industrial y la ciencia académica radica en que la primera produce *patentes* y la segunda *artículos*.

desatan controversias que adquieren el nivel de un debate público (Oliver Todt y otros, 2010).

3. Desde el punto de vista epistemológico, los datos empíricos con los que trabaja la ciencia reguladora son escasos y poseen poca fiabilidad, o son compatibles con hipótesis mutuamente incompatibles. Esto tiene como consecuencia que la interpretación de esos datos puede generar discusiones, por tratarse de casos controvertidos y, además, porque los científicos que producen datos para la toma de decisiones reguladoras se encuentran bajo la presión de una variedad de grupos de interés que se sienten afectados, de diferente manera, por estas decisiones (consumidores, políticos, empresarios, miembros de organizaciones no gubernamentales, etc.).

58

Otras de las razones por las cuales los datos que se manejan en la ciencia reguladora poseen poca fiabilidad radica en que los expertos tienen, normalmente, poco tiempo para producir datos relevantes. Esto impide generar todos los datos necesarios en un caso determinado, con suficiente nivel de detalle, lo que dificulta la obtención de consensos amplios entre los expertos. Un buen ejemplo consiste en la *probabilidad de eventos extremadamente improbables*. Por ejemplo, para determinar accidentes catastróficos de los reactores nucleares, se construyen árboles de accidentes plausibles, cada uno de cuyas ramas está constituida por las posibles fallas de un componente específico. Se obtiene estadísticas sobre la confiabilidad de cada componente, lo que obliga a que algunos de estos componentes (cámara de iones, transistores, orientación de las varillas de control, etc.) tengan que ser probados. Pero existen dos razones por las cuales estos cálculos son dudosos. Primero, el total de las probabilidades obtenidas por tales estimativos es muy pequeña ( $10^7$ /reactor/año). Segundo, no hay prueba de que toda falla concebible haya sido identificada. Debido a que la probabilidad es tan pequeña, no hay posibilidad práctica de determinar los índices de las fallas directamente, salvo que pudiéramos construir mil reactores, los dejáramos operar diez mil años, y tabuláramos su historia de operación (Weinberg, 1974: 210).

### Conocimiento en un contexto especializado

En este apartado abordaremos el problema de la manera cómo se imparte el conocimiento científico cuando se inscribe en un proceso de especialización. Sostendremos que la experticia tiene un importante componente de conocimiento tácito (saber cómo). Mientras el modelo

dominante, que llamaremos *racionalidad técnica*, sostiene que en el conocimiento profesional tiene preeminencia la teoría, una concepción alternativa, defendida por autores como Kuhn (2004), Barnes (1987) y Polanyi (1968), ha enfatizado el importante papel que juega el saber cómo en los procesos de formación de los científicos y profesionales, proceso que los lleva a la adquisición de un saber experto y, por tanto, especializado.

El modelo de racionalidad técnica (Schön, 1998), sostiene que el “conocimiento profesional”, el mismo que adquieren los expertos en su proceso de formación, puede definirse como: [...] “la resolución de problemas instrumentales que se han hecho rigurosos por la aplicación de la teoría científica y de la técnica” [...] (Schön, 1998: 31). Se trata de un modelo que ha ejercido una influencia decisiva sobre nuestra concepción de los expertos y la manera cómo se relacionan con la investigación y la educación.

Como señalamos al comienzo de este artículo, fue en el siglo XIX que se inició el proceso de profesionalización de la ciencia y con ello el vertiginoso desarrollo de la especialización. Pero la segunda guerra mundial fue el acontecimiento que potenció el modelo de racionalidad técnica, particularmente la idea de que la investigación científica constituye la base de la práctica profesional.

En los Estados Unidos se creó el primer centro de investigación y desarrollo a gran escala, el National Research and Development Corporation. En este tiempo el incremento de la tasa de gastos destinada para la investigación no tuvo paralelo con ningún otro país del mundo. Todas las instituciones de investigación que surgieron en esta época se basaron en el supuesto de que la generación de nuevo conocimiento científico era la garantía para la producción de riqueza, “lograr objetivos nacionales, mejorar la vida humana y solucionar problemas sociales”. El campo de la medicina fue el ámbito en el que se realizó la mayor inversión de recursos y en el que los resultados se hicieron más visibles. El centro de investigación médica se organizó alrededor de una facultad de medicina y un hospital para la enseñanza. Esta organización supone la existencia de una sólida base de ciencia básica, un campo de ciencia clínica aplicada y una profesión preparada para la aplicación de los resultados del proceso de investigación, el cual está en constante evolución (Schön, 1998: 46).

A la luz del modelo de racionalidad técnica, el conocimiento profesional posee tres componentes:

- “1. Una disciplina subyacente o ciencia básica componente sobre el cual descansa la práctica, o a partir de la cual se desarrolla.

2. Una *ciencia aplicada*, o componente de “ingeniería”, de la cual se derivan muchos de los procedimientos de diagnóstico cotidiano y las soluciones a los problemas.

3. Un componente de *habilidad o actitud* que concierne a la real ejecución de los servicios al cliente utilizando el conocimiento básico y aplicado subyacentes” (Schön, 1998: 34)<sup>5</sup>.

Cuando se habla de ciencia aplicada, en esta cita, se asume que la práctica profesional y el conocimiento que interviene allí, está subordinado a la ciencia básica correspondiente. Por lo tanto, se trata de una concepción jerarquizada del conocimiento profesional, en la que los principios generales (la teoría) se ubican en el lugar de base y la solución concreta de los problemas (la práctica), en un lugar subordinado.

Como se puede apreciar la ciencia básica constituye el factor fundamental de los componentes del conocimiento profesional. La ciencia aplicada es el resultado de la aplicación de la ciencia básica. A su vez, la ciencia aplicada suministra técnicas para diagnosticar y solucionar problemas que se pueden aplicar al suministro real de servicios. Y como decíamos antes, cuando nos referíamos a la jerarquización del conocimiento profesional, la ciencia aplicada se apoya en la ciencia básica. Y en este sentido, el mayor estatus de la profesión está en directa proporción con la mayor generalidad del conocimiento básico que se utilice.

El modelo de la racionalidad técnica interviene en el contexto institucional a través de la presencia que ejerce en la investigación y en los currículos normativos de la educación profesional. En cuanto a la investigación, y respondiendo a la jerarquización antes mencionada, investigación y práctica están separados desde el punto de vista institucional. Desde esta perspectiva, los investigadores son los responsables de producir la ciencia básica y aplicada con la que se obtienen las técnicas necesarias para el diagnóstico y la solución de problemas en la práctica. Por otra parte, los profesionales que representan el nivel práctico suministran a los investigadores los problemas que son objeto de estudio y certifican la utilidad de los resultados de la investigación. Por lo general, el investigador es considerado superior al profesional.

Esta situación se puede ejemplificar en profesiones como la medicina en la que existe una división del trabajo entre personas dedicadas a la teoría y otras dedicadas a la práctica. El médico que decide trabajar en

<sup>5</sup> Esta cita fue tomada por el autor del texto de: Schein, Edgar. *Professional Education*. New York, McGraw-Hill, 1973, pág. 45.

un centro de investigación médica, o aquel que decide dedicarse a la práctica privada.

En este apartado nos interesa la preeminencia que se le otorga a la teoría sobre la práctica, particularmente en lo que concierne al currículo normativo de las profesiones. Desde el punto de vista del modelo de la racionalidad técnica el conocimiento real se encuentra en las teorías y las técnicas de la ciencia básica y aplicada. Por esta razón, desde el punto de vista del currículo, la ciencia básica debería venir primero en el proceso de formación. Las “habilidades” en el uso de la teoría y la técnica para resolver problemas específicos deberían darse posteriormente a la formación en la ciencia pertinente. Todo lo anterior por dos razones: [...] “primero, porque no puede aprender habilidades de aplicación hasta que haya aprendido conocimiento aplicable, y segundo porque las habilidades son un tipo ambiguo y secundario de conocimiento” [...] (Schön, 1998: 37). Una de las mayores dificultades del modelo de racionalidad técnica es, precisamente, esta forma de concebir el proceso de formación: suponer que el proceso de formación pasa, fundamentalmente, por la teoría, dejando el aprendizaje de habilidades como un tipo de conocimiento totalmente dependiente de la teoría.

Uno de los problemas que presenta el modelo de racionalidad técnica radica en que se basa en la distinción entre ciencia pura y ciencia aplicada. Esta concepción de la ciencia y la técnica supone la existencia de una clase de ciencia cuyo objetivo fundamental es la búsqueda del conocimiento en sí mismo, y de una técnica que espera que la ciencia produzca conocimiento validado por la experiencia para luego utilizarlo con fines prácticos. Aunque contenga algo de verdad, esta concepción simplifica en exceso las relaciones existentes entre la ciencia y la técnica. Además, esta interpretación de la técnica impide pensarla como una actividad productora de conocimiento en sí misma. Aquí resulta pertinente tener en cuenta las palabras de Gilbert Ryle (2005) cuando se refiere a lo que llama la *leyenda intelectualista*:

[...] “Los que la sostienen están dispuestos a reasimilar saber *hacer* con saber *qué*... argumentando que toda actuación inteligente presupone la observancia de reglas o la aplicación de criterios. Se sigue de ello que toda operación considerada inteligente debe ser precedida por un reconocimiento intelectual de esas reglas o criterios, esto es, que el sujeto debe primero reconocer internamente ciertas proposiciones acerca de lo que debe hacer (a veces denominadas “máximas”, “imperativos”, o “proposiciones regulativas”) para comportarse –sólo después– de conformidad con tales dictados. Debe aconsejarse a sí mismo antes de poder actuar. [...] De acuerdo con esta leyenda, hacer algo pensando en lo que se está haciendo es hacer dos cosas:

tener presentes ciertas proposiciones adecuadas y poner en práctica lo que las mismas indican. Es hacer un poco de teoría y, luego, un poco de acción” (2005: 3).

62

La leyenda intelectualista supone que al llevar a cabo una destreza debemos reconocer, primero, cierto conjunto de reglas sobre cómo ejecutar tales acciones para luego ejecutarlas de hecho. Precisamente es la preeminencia de la teoría sobre la práctica lo que quiere criticar Ryle con su referencia a la leyenda intelectualista, y que como ya hemos señalado se refleja en el currículo normativo de las profesiones. Ya que desde el punto de vista de la leyenda intelectualista el conocimiento real se encuentra en las teorías, la ciencia básica (o ciencia pura) viene primero en el proceso de formación, mientras las habilidades en el uso de la teoría y las técnicas para resolver problemas específicos viene posteriormente, como se expresaba en los tres componentes que caracterizan al modelo de la racionalidad técnica. Y las razones de esta jerarquía son, precisamente, las que señala Ryle como leyenda intelectualista; primero, no se pueden aprender destrezas hasta que no se haya aprendido conocimiento aplicable; y, segundo, las destrezas son una clase ambigua y secundaria de conocimiento.

Como señalamos al inicio de este apartado, existe otra visión del aprendizaje y la enseñanza de una ciencia que cuestiona el modelo de racionalidad técnica, particularmente la supramacía de la teoría sobre la práctica, redefiniendo la función de la teoría y la práctica. Esta visión del aprendizaje de la ciencia supone un cambio de horizonte epistemológico, en el sentido de que no involucra, exclusivamente, un *saber qué*, sino también un *saber cómo*. En otras palabras, no sólo involucra el aprendizaje de un cuerpo teórico, sino también el desarrollo de un conjunto de *destrezas* y *competencias* fundamentales, que suponen un saber cómo.

Varios autores como Kuhn (2004), Barnes (1987) y Polanyi (1968), han comparado las ciencias con oficios que entrañan una serie de destrezas. De manera más precisa, se ha tratado de pensar el proceso de formación llevado a cabo en una ciencia utilizando como analogía el aprendizaje de una técnica. Aquí el concepto clave para entender los niveles más elevados de la enseñanza en la ciencia es el de *entrenamiento*.

Como sucede con el aprendizaje de una técnica, el estudiante de una ciencia pasa un tiempo significativo de subordinación con su maestro (Polanyi, 1968), con el propósito de adquirir un nivel de competencia adecuado, que solo se logra asimilando el conocimiento que se imparte y las capacidades, técnicas, métodos y competencias en formas específicas de manipulación, experimentación y cálculo. Esto le permitirá al aprendiz llegar

a dominar un campo limitado de conocimiento que constituirá, a lo largo de su vida, su ámbito de investigación y experticia. Se trata, entonces, de una enseñanza, hasta cierto punto, dogmática y autoritaria, donde el examen crítico del conocimiento científico y la reflexión sobre sus fundamentos queda suspendida, al menos de momento. Al respecto señala Polanyi: “Aprender por rutina es someterse a la autoridad. Usted sigue a su maestro debido a que confía en su manera de hacer las cosas aun cuando no puede analizar y dar cuenta en detalle de su eficacia” (1968: 53. La traducción es nuestra).

En las ciencias naturales encontramos que los aprendices de estas disciplinas tienen que pasar muchas horas en el laboratorio para aprender a manipular los instrumentos y para comprender los métodos adecuados de análisis y la interpretación de los resultados. Los estudiantes de una determinada disciplina científica deben pasar largo tiempo resolviendo innumerables problemas para que los conceptos y símbolos sean comprendidos en el uso, y los procedimientos y técnicas matemáticos no se adquieren de forma abstracta, como series de símbolos que habría que memorizar, sino de forma concreta, es decir, como elementos que tienen una aplicación. En este sentido, Kuhn afirma lo siguiente:

[...] “Este tipo de saber no se adquiere exclusivamente por medio verbales, sino que se produce más bien a medida que se oyen las palabras al mismo tiempo que se reciben ejemplos concretos de cómo funcionan cuando se usan; esto es, la naturaleza y las palabras se aprenden al mismo tiempo. Para echar mano una vez más de la útil expresión de Michael Polanyi: lo que resulta de este proceso es un *conocimiento tácito* que se aprende haciendo ciencia más bien que adquiriendo reglas para hacerla” (Kuhn, 2004: 317).

En *La estructura de las revoluciones científicas* (2004), capítulo IV y V, Kuhn trata de demostrar que no son las reglas las que dirigen la investigación sino los paradigmas. Cuando Kuhn hace esta afirmación, está pensando los paradigmas en su sentido de ejemplares, es decir, problemas concretos que el aprendiz de científico tiene que resolver, y que aparecen, casi siempre, al final de los libros de texto de física, por ejemplo. Para justificar esta idea Kuhn ofrece un argumento similar al que plantea Ryle sobre la leyenda intelectualista. Tradicionalmente, los filósofos de la ciencia han pensado que cuando los estudiantes de ciencias se enfrentan a problemas concretos (ejemplares) primero tienen que haber aprendido la teoría y algunas reglas para su aplicación. Sin embargo, Kuhn nos dice:

[...] “Con todo, he tratado de defender que este emplazamiento del contenido cognoscitivo de la ciencia está equivocado [se refiere a la idea

según la cual el contenido cognoscitivo de la ciencia está empotrado en la teoría y las reglas]. Una vez que el estudiante ha resuelto muchos problemas, hacer más no hace sino aumentar su destreza; pero al comienzo y durante algún tiempo después, resolver problemas es aprender cosas importantes acerca de la naturaleza. En ausencia de dichos ejemplares, las leyes y teorías que ha aprendido anteriormente tendrían escaso contenido empírico” (2004: 312).

Por lo tanto, la experticia no se logra sólo aprendiendo una teoría, sino desarrollando destrezas a partir de la solución de problemas concretos (ejemplares).

### Algunas consecuencias negativas de la especialización

Un autor como Adam Smith, en su libro *La riqueza de las naciones*, publicado en 1776, ya era conciente de la importancia que tenía la especialización para el avance de la ciencia. Este autor entiende la *división del trabajo* como la *especialización* y cooperación de las fuerzas laborales en diferentes tareas y roles, con el objetivo de mejorar la eficiencia. Sin embargo, hoy contamos con la perspectiva que nos ofrece la distancia en el tiempo para valorar las consecuencias negativas que surgen del exceso de especialización.

Un primer aspecto negativo tiene que ver con las presiones para adaptar la enseñanza y la investigación a las demandas económicas, técnicas y administrativas del momento y conformarse con los últimos métodos y recetas del mercado. La historia ha demostrado que la sobre-adaptación no ha sido un signo de vitalidad sino, por el contrario, un anuncio de envejecimiento y muerte, debido a la pérdida de capacidad inventiva y creadora.

Precisamente la pérdida de inventiva y creatividad, como signo negativo de los excesos de la especialización, tiene efectos directos sobre el individuo. La preparación en una disciplina vuelve mecánico muchos de los procedimientos que la caracterizan, lo que hace que el especialista corra el riesgo de perder la capacidad de apreciar aspectos que van más allá de las destrezas que ha mecanizado, y que pueden ser vitales para el desarrollo de la disciplina en cuestión. Para señalar este problema, Arnold Pacey (1990) usa la expresión “visión de túnel”, por ejemplo en la ingeniería. La formación que reciben los especialistas tiene como consecuencia la restricción del alcance de los problemas a los que se ven enfrentados los profesionales y los científicos. Por ejemplo, en muchos ocasiones los especialistas en los campos de la ingeniería tienden a reducir su enfoque en las cuestiones relacionadas

con los problemas técnicos, pensando que las enormes capacidades de la técnica moderna siempre podrán llevarnos a una “solución apropiada”. Este enfoque se extiende a un variado número de problemas: la seguridad militar, la contaminación, la cura de enfermedades, etc.

En términos de las consecuencias para la sociedad, la especialización, al incrementar la capacidad y aptitud de un individuo con respecto a un número reducido de tareas, conlleva también una pérdida de aptitud con respecto a otras tareas. En este sentido, si nos comparamos con sociedades más primitivas, vivimos en una sociedad en la que dependemos completamente de otros, los especialistas, mucho más que en aquellas sociedades del pasado.

También existe la posibilidad de que el exceso de especialización genere apatía política generalizada, al distanciar a los ciudadanos del conocimiento que fundamenta las decisiones políticas claves y las legitima una vez que se han tomado. Por supuesto, no se trata de suprimir la especialización científica, sino de señalar la necesidad de que el conocimiento científico esté vinculado culturalmente con el resto de la sociedad. En una sociedad que depende en gran medida de la ciencia, se debe propiciar que el mayor porcentaje posible de la población tenga una comprensión general de la ciencia. Como contrapartida, los especialistas científicos no sólo han de estar preparados científicamente, sino que han de poseer una amplia cultura general para que consigan comunicarse con el resto de la sociedad y sean sensibles a sus necesidades y actitudes.

### Bibliografía

- Barnes, B. (1987). *Sobre la ciencia*. Barcelona: Editorial Labor.
- Bowker, G. (1991). El auge de la ciencia industrial, en: SERRES, M. *Historia de las ciencias*, Madrid: Ediciones Cátedra.
- Balzer, W., Moulines, C. U. & Sneed, J. D. (2012). *Una arquitectónica para la ciencia. El programa estructuralista*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Comte, A. (1984). *Discurso sobre el espíritu positivo*. Madrid: Alianza.
- Darwin, Ch. (1982). *El origen de las especies*. México: Editorial Porrúa.
- Díez, J. A., Moulines C. U. (1997). *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Feyerabend, P. (1985). Expertos en una sociedad libre, en: *¿Por qué no Platón?* Madrid: Tecnos.
- Fourez, G. (1994). *La construcción del conocimiento científico*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Merton, R. K. (1984). *La sociología de la ciencia 2*. Madrid: Alianza Editorial.
- Morin, E. (1997). *De la reforma de la universidad. Encuentros Transdisciplinarios*. Boletín del Centro Internacional de Investigaciones Transdisciplinarias. No. 9-10, Febrero

- Todt, O., Rodríguez Alcázar, J., & Fernández De Lúcio, I. (2010). Valores no epistémicos en la ciencia reguladora y en las políticas públicas de ciencia e innovación, en: *Argumentos de razón técnica*, no. 13, pp. 41-56.
- Kuhn, Th. S. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- López Cerezo, J. A., & Luján, J. L. (2002). Observaciones sobre los indicadores de impacto social, en: *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, Editada por la OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. CTS + I), No.3, mayo-agosto.
- Pacey, A. (1990). *La cultura de la tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Polanyi, M. (1968). *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago: The University Chicago Press.
- Popper, K. R. (1982). *La sociedad abierta y sus enemigos*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Rescher, N. (1981). *Sistematización cognoscitiva*. México: Siglo Veintiuno Editores.
- Ryle, G. (2005). *El concepto de lo mental*. Barcelona: Paidós.
- Schön, D. A. (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Wallerstein, I. (2005). *Las incertidumbres del saber*. Barcelona: Gedisa.
- Weinberg, A. M. (1974). Science and Trans-Science, en: *Minerva*, 10(2), pp. 209-222.